

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)実用新案登録公報 (Y 2)

(11)実用新案登録番号

第2562760号

(45)発行日 平成10年(1998)2月16日

(24)登録日 平成9年(1997)10月31日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G02B 7/04  
7/10

識別記号

F I

G02B 7/04  
7/10

D  
Z

請求項の数1 (全9頁)

(21)出願番号 実願平4-27403  
(22)出願日 平成4年(1992)4月24日  
(65)公開番号 実開平5-90416  
(43)公開日 平成5年(1993)12月10日

(73)実用新案権者 000000376  
オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
(72)考案者 木村 昭輝  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ  
リンパス光学工業株式会社内  
(72)考案者 佐藤 政雄  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ  
リンパス光学工業株式会社内  
(74)代理人 弁理士 伊藤 進  
  
審査官 前川 慎喜  
(56)参考文献 実開 昭62-41114 (J P, U)  
実開 昭47-27936 (J P, U)

(54)【考案の名称】ズームレンズ鏡筒

1

(57)【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】ズーム光学系部材と、  
ズーム光学系部材に設けられ深さの異なる第1のカム溝  
と第2のカム溝に沿ってそれぞれ移動する異なる形状の  
第1のカムフォロワ部と第2のカムフォロワ部とを有す  
るカムフォロワと、  
を具備したことを特徴とするズームレンズ鏡筒。

【考案の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本考案は、ズームレンズ鏡筒、詳 10  
しくは、カム溝を設けた鏡筒を駆動することによって、  
レンズ群を光軸に沿って進退させるズームレンズ鏡筒に  
関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のズームレンズ鏡筒においては、固

2

定枠とカム環を用いた駆動機構、あるいは、カム板を用  
いた駆動機構等によりズームレンズを進退駆動させるも  
のが一般的であった。図12は、上記従来の固定枠とカ  
ム環を用いた3群構成のズームレンズ鏡筒の分解斜視図  
である。このズームレンズ鏡筒の駆動機構は、各レンズ  
保持枠がそれぞれ1本のカムフォロワで駆動される1本  
吊り構造のものであって、主に図示しないカメラ本体に  
固定される固定枠51と、該固定枠51の外周に嵌入さ  
れるカム環52と、第1群～第3群レンズをそれぞれ保  
持するレンズ保持枠53、54、55とで構成される。  
そして、各保持枠には固定枠51の直進案内溝51aに  
摺動自在に嵌入する案内用突起56、57、58が設け  
られており、該保持枠53、54、55は固定枠51内  
で上記方向に進退自在に支持される。また、各保持枠の  
案内突起としてのカムフォロワ56、57、58は、カ

ム環52の3本のカム溝52a、52b、52cに摺動自在に嵌入される。このように構成されたズームレンズ鏡筒において、カム環52を回転するとレンズ保持枠53、54、55は、それぞれのカム溝52a、52b、52cに沿って進退することになる。

【0003】図13は、上記レンズ保持枠53、54、55のズーム時のテレからワイド間の繰り出し位置の曲線を示す図である。上記カム環52は、図14に示すようにおよそ360°回転して、上記テレからワイド間のレンズの繰り出しを行う。そのカム環52に設けられるカム溝52a、52b、52cの展開図を図15に示す。

【0004】上述のレンズ鏡筒は、図15に示すように、カム溝が1群あたり1本のカム溝で構成されるので、特にカム溝が干渉するとか交差するなどの問題は生じない。しかし、1本吊り構造であるので、保持枠の動きが安定しない。そこで、実用されているズームレンズ鏡筒は、各レンズ保持枠がそれぞれ3本のカムフォロワで駆動される3本吊り構造となる。この3本吊り構造ではカム環に設けられるカム溝が、より複雑なものになりカム溝同士が干渉してしまう場合も考えられる。特に、近年のズームレンズ光学系の多様化に伴い、レンズ保持枠の動きが複雑化し、また、その移動量も大きくなってきていることから上記のカム溝同士の干渉や交差する問題が生じており、その点からレンズ鏡筒の機能が制約されることがあった。

【0005】図16は、該3本吊り構造を有するレンズ鏡筒のカム環のカム溝の展開図を示したもので、上述の問題であるカム溝の干渉、または、交差を避けるために光軸方向の長さを長くした例を示すものである。本図において、第1群レンズ保持枠に配設される3本のカム溝は52a、60a、61aで示される。また、第2群レンズ保持枠に配設される3本のためのカム溝は52b、60b、61bで示される。同様に、第3群レンズ保持枠に配設される3本のカム溝は52c、60c、61cで示される。このようにカム溝を配置すればカム溝の干渉、または、交差を避けることができるカム環を実現できる。しかし、レンズ鏡筒として大型化してしまい、コンパクト化の支障となる。

【0006】図17は、別の従来例のレンズ鏡筒として、カム溝軌跡を立てた状態とし、交差させない状態でカム環の長さを短くし、カム環に駆動角を1/3に減らした場合の該カム溝の展開図を示したものである。本図において、第1群レンズ保持枠用のカム溝は63a、64a、65aで示される。また、第2群レンズ保持枠用のカム溝は63b、64b、65bで示される。同様に、第3群レンズ保持枠用のカム溝は63c、64c、65cで示される。これらのカム溝は、必然的にカム溝のカムフォロワに対する圧力角も大きくなってしまふ。そして、摩擦力との兼ね合いで、所定の圧力角以上のカ

ム溝ではレンズ保持枠の駆動ができない状態になってしまう。

【0007】そこで、カム溝の交差上でのカムフォロワの駆動を可能とするような保持枠の駆動機構が実現できるならば、カム溝の交差を許容することによってカム溝をねかせて圧力角を減らすことが可能になり、カム環の大型化を避けたコンパクトなレンズ鏡筒が実現可能となる。

【0008】図18は、カム溝の交差を許容する2群ズームレンズ鏡筒のレンズ保持枠の繰り出し曲線を示したものである。本図に示すように、テレ位置からワイド位置まで第1群レンズ保持枠46と、第2群レンズ保持枠47は移動する。図19は、図18のレンズ鏡筒の該カム環の3本吊り駆動の場合のカム溝の展開図を示し、第1群レンズ保持枠用のカム溝は48a、48b、48cで示される。また、第2群レンズ保持枠用のカム溝は48d、48e、48fで示される。上記カム溝のうち48c、48dが交差点C1で、また、48a、48eが交差点C2で、更に、48b、48fが交差点C3でそれぞれ交差する。従って、上記カム溝の交差を許容するレンズ保持枠駆動機構を適用するならば、図19のカム溝を有するようなカム環がレンズ鏡筒に適用できることになる。

【0009】更に、ズームレンズ保持枠の進退量が大きく、更に、カム溝の曲線に大きな変曲点等があるレンズ鏡筒であっても、カム環を2回転駆動させるようにしてカム溝の圧力角を減らし、カム溝が交差する部分を通過できるカムフォロワ機構を適用することによって、コンパクトなレンズ鏡筒が実現できる。図20は、駆動機構が前記の1本吊り構造の3群構成のレンズ鏡筒において、該カム環の2回転、即ち、回転角720°に対するレンズ保持枠66A、66B、66Cの移動量を示した線図である。そして、図21は、該カム環のカム溝の展開図であって、保持枠66Aに対するカム溝66a、保持枠66Bに対するカム溝66b、保持枠66Cに対するカム溝66cの軌跡をそれぞれ示している。カム環が2回転することによりカム溝の交差点C4、C5が生じる。しかし、このようなカム環に対しても前記カム溝の交差を許容するような駆動機構を採用するならば、レンズ鏡筒として実用できることになる。

【0010】従来、カム溝の交差を許容するレンズ保持枠駆動機構として提案されているものに、特公昭63-41041号公報に開示のズームレンズ鏡筒がある。このレンズ鏡筒は、少なくとも2群構成のレンズ鏡筒であって、前記カム環に相当するカム筒に1群あたり複数本、例えば、3本のカム溝を設ける。また、各群毎のカム溝は異なった深さ、および、幅の形状で形成する。カム溝に嵌入するカムフォロワの形状も該各群毎のカム溝の形状に合わせる。例えば、1つは円筒形のものと、他の1つは角柱形のものと。そして、該カムフォロ

ワはそれぞれに対応するカム溝を摺動可能であり、異なるレンズ群用のカム溝が交差したとしても該形状の違いによりそれぞれのカム溝を辿って摺動する。但し、各カム溝の交差点の位相をそれぞれずらすように配設して確実なレンズ保持枠の移動を行わせる。

#### 【0011】

【考案が解決しようとする課題】ところが、上述の特公昭63-41041号公報に開示のズームレンズ鏡筒においては、各レンズ群用のカム溝に対応して形状を異にするカムフォロワを駆動するものである。従って、例えば、前記図20のカム溝の展開図に示すような同一のレンズ群の保持枠用の連通するカム溝66c同士の交差点C5上のカムフォロワの駆動に対しては適用することができない。また、各レンズ群に対するカム溝の交差点の位相をずらして配設する必要があることからカム溝の形状やカム環の大きさが規制され、自由度が制限される。

【0012】本考案は、上述の不具合を解決するためになされたものであって、カム溝が交差して配設されたとしても、カムフォロワを具合よく所望の方向に駆動することができる。従って、レンズ群の数に制限されることがなく、複雑なカム溝であっても、コンパクトにまとめられた鏡筒内に収容することのできるズームレンズ鏡筒を提供することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本考案のズームレンズ鏡筒は、ズーム光学系部材と、ズーム光学系部材に設けられ深さの異なる第1のカム溝と第2のカム溝に沿ってそれぞれ移動する異なる形状の第1のカムフォロワ部と第2のカムフォロワ部とを有するカムフォロワとを具備したことを特徴とする。

#### 【0014】

【作用】第1のカム溝と第2のカム溝とで構成するカム溝に第1のカムフォロワ部と第2のカムフォロワ部がそれぞれ対応するカム溝に挿入された状態で駆動される。そして、第1のカム溝と第2のカム溝で構成するカム溝自身が交差している箇所、あるいは、第1のカム溝と第2のカム溝で構成されるカム溝と、他の第1のカム溝と第2のカム溝で構成されるカム溝とが交差する箇所でも、第2のカムフォロワが、その形状の違いにより第2のカム溝を辿って移動し、該交差点でも支障なくズーム光学系部材の駆動がなされる。

#### 【0015】

【実施例】以下図示の実施例に基づいて本考案を説明する。図1は本考案の第1実施例を示すズームレンズ鏡筒の分解斜視図である。また、図2は該レンズ鏡筒の光軸方向に沿った縦断面図、図3は該レンズ鏡筒の光軸と直角方向の縦断面図である。本実施例のレンズ鏡筒は、3群構成であって、各レンズ保持枠には1組のカムフォロワがそれぞれ配設される1本吊り構造のズームレンズ鏡筒とする。その構成は、図示しないカメラ本体に固着さ

れる固定枠1と、該固定枠1に回動自在に嵌入されるカム環2と、それぞれ第1、2、3群レンズ17、18、19が取り付けられている第1、2、3レンズ保持枠3、4、5により構成されている。なお、上記カム環2はズームのテレ/ワイド間で2回転程度回転されるものとする。

【0016】図1～3に示すように、上記固定枠1にはレンズ保持枠の直進案内用の直進案内溝1aが配設されている。また、カム環2にはそれぞれに第1のカム溝と第2のカム溝とが形成されている第1群レンズ保持枠3駆動用のカム溝2aと、第2群レンズ保持枠4駆動用のカム溝2bと、第3群レンズ保持枠5駆動用のカム溝2cがその内周部に配設されている。これらのカム溝は、所望されるレンズ枠の移動曲線に応じて形成され、互いに交差している箇所も有している。

【0017】更に、上記第1、2、3群レンズ保持枠3、4、5の各上部には固定枠1の直進案内溝1aに嵌入するガイド突起3a、4a、5aが設けられている。該各突起には前記第1のカム溝に嵌入可能な円柱形状の第1のカムフォロワ部であるカムフォロワ6、7、8がそれぞれ固着される。更に、該カムフォロワ6、7、8とは異なる形状であって、溝部の所定のリードに合致した形状部を有し、長手方向の両端部が円筒面を形成している第2のカムフォロワ部のカムフォロワ9、10、11が、上記カムフォロワ6、7、8に回動自在に嵌入され、図示しないが何らかの抜け止めがなされている。なお、この第2のカムフォロワ部の形状は長円形の形状としてもよい。

【0018】図4の(A)は、上記カム環2のカム溝の展開図の一部を示したものである。そして、図4の

(B)は、図4の(A)のD-D断面図であって、図4の(C)は、図4の(A)のE-E断面図である。図4の(A)、(B)、(C)に示すように、リード角の変化の小さい部分のカム溝2dは、第1のカム溝である深い溝部2eと、略平行であって、カム溝2dより幅広の浅い第2のカム溝である溝部2fとからなっている。一方、リード角の変化の大きい部分、即ち、曲率の大きい部分のカム溝2gは、第1のカム溝である深い溝部2hと、第2のカム溝であって更に溝部2fよりも幅広の浅い溝部2iとからなっている。

【0019】前記カムフォロワ6、7、または、8は上記溝部2e、または、2hに摺動可能で隙間なく嵌入可能なものである。また、カムフォロワ9、10、または、11は、溝部2fには僅かな隙間のある状態をもって嵌入可能とする。溝部2iに対しては該カムフォロワ9、10、または、11が曲がりながら通過できる範囲の大きい隙間をもって挿入される。そして、上記カム溝2dと2gは交差点2jを共有するが、この交差点2jではカムフォロワ6、7、または、8の方法は位置規制されない状態になる。しかし、カムフォロワ9、10、

または、11の先端の円弧部がカム溝2f、または、2iによってガイドされることによって位置規制され、それぞれの前方に位置するカム溝2d、または、2gに嵌入されて移動する状態になる。

【0020】以上のように構成された本実施例のレンズ鏡筒のレンズ保持枠の駆動動作について説明すると、まず、固定枠1およびカム環2に組み込まれた各レンズ保持枠は、カム環2を回転させるとカム溝を介して進退せしめられる。例えば、第3群レンズ保持枠5について、そのカムフォロワ8、11がリード角の変化の少ない部分の上記カム溝2d上にある状態では、図5の(A)の展開図、または、(A)のF-F断面図である図5の

(B)に示すように、カムフォロワ8、11は、ともに隙間の少ないカム溝2e、2fを摺動する状態で駆動される。また、カムフォロワ8、11がリード角の変化の大きい部分の上記カム溝2g上にある状態では、図6の(A)の展開図、または、(A)のG-G断面図である図6の(B)に示すように、カムフォロワ8の方は、隙間のないカム溝2hを摺動する状態で駆動される。しかし、カムフォロワ11の方は、カムフォロワ8が曲がりの大きいカム溝2hを辿る動作に対応して、溝部2i上を回転しながら移動する。

【0021】更に、レンズ保持枠5が移動してカムフォロワ8、11が前記図4の交差点2jに到達すると、カムフォロワ11がカム溝2f、または、2iに案内されてそれぞれ対向するカム溝2d側、または、2g側に嵌入してゆき、カムフォロワ8も従属した状態でカム溝2d側に、または、カム溝2g側に移動する。なお、この交差点2j上でのレンズ保持枠5の位置規制は、カムフォロワ11によって行われる。そして、その後は、前記の駆動動作と同様にレンズ保持枠5は駆動される。

【0022】なお、上述の動作説明は、レンズ保持枠5について説明したが他のレンズ保持枠3、4も同様に対応するカム溝を介して駆動される。以上のように本実施例のレンズ鏡筒は、カム環2を2回転させてレンズ駆動を行い、形状の異なる第1のカムフォロワと第2のカムフォロワを単一の駆動部に用いて交差するカム溝上をも伝達可能とする構造とした。従って、一つの連通するカム溝が互いに交差した状態であってもカムフォロワの駆動が可能であり、更に、上記カム溝の交差点の位相をずらせる必要もない。従って、上記カム溝の形状からカム環2を短くまとめることができ、コンパクトなズームレンズ鏡筒が実現できることになる。

【0023】図7は、上記第1実施例のズームレンズ鏡筒の変形例を示すレンズ保持枠のカムフォロワ回りの斜視図である。本変形例のものは該カムフォロワ16は、第1のカムフォロワ部16aと第2のカムフォロワ部16bとが一体的に形成されているものである。そして、レンズ保持枠14に配設される直進案内用突起14a上に設けられた支持ピン15に上記カムフォロワ16は回

動自在に嵌入されている。また、図示されていないがカムフォロワ16は支持ピン15からの抜け止めが施されている。このカムフォロワ部16aの方は、所定の径の円筒形状を有する。また、カムフォロワ部16bは上記カムフォロワ部16aとは異なる形状であって、前記カムフォロワ11と同様に、溝部の所定のリードに合致した形状部を有し、長手方向の両端部が円筒面を形成している。なお、この第2のカムフォロワ部16bの形状も長円形の形状としてもよい。

【0024】図8、9は、カム環13のカム溝に上記カムフォロワ16が嵌入する状態を示した図である。なお、同図に示される12は固定枠の直進案内溝部を示している。図8は、カムフォロワ16がリードの変化が小さい部分のカム溝13a、13bに嵌入する状態を示す図であって、図8の(A)が展開図の一部を示し、図8の(B)が(A)のH-H断面を示している。この場合、カムフォロワ部16aが嵌入する部分のカム溝13aの幅と、カムフォロワ部16bが嵌入する部分のカム溝13bの幅は略等しく、隙間は少ない。また、図9は、カムフォロワ16がリードの変化が大きい部分のカム溝に嵌入している状態を示し、図9の(A)が展開図の一部を示し、図9の(B)が(A)のI-I断面を示している。カムフォロワ部16aが嵌入する部分のカム溝13cの幅は隙間はなく、カムフォロワ部16bが嵌入する部分のカム溝13dは幅広とする。なお、上記カム溝13a、13cも図示しないが前記第1実施例のものと同様に交差点を有しており、該交差点でのカムフォロワ16の挙動に関しても前記第1実施例のものと同様である。

【0025】次に、本考案の第2実施例を示すズームレンズ鏡筒について説明する。前記第1実施例のものは、レンズ保持枠を回転することなく光軸方向に進退自在に支持する部材として固定枠を用いたが、本実施例のレンズ鏡筒では、図10の分解斜視図に示すように該固定枠に代えて直進案内ロッド22、23を用いるものである。該直進案内ロッド22、23は図示しないカメラ本体に固着して支持されている。該ロッド22、23には第1、2、3群レンズ保持枠24、25、26の支持用貫通孔24a、25a、26aが挿入され、該レンズ保持枠がそれぞれ摺動自在に支持される。また、第1、2、3群レンズ保持枠24、25、26には、それぞれ第1のカムフォロワ部となる円柱状のカムフォロワ27、28、29が固着されている。更に、上記カムフォロワ27、28、29には第2のカムフォロワ部であるカムフォロワ30、31、32が回転自在に嵌入されている。この形状は前記第1実施例のもののカムフォロワ9、10、11と同様のものである。

【0026】そして、第1、2、3群レンズ保持枠24、25、26は、カメラ本体に回転自在に支持されたカム環21の内部に挿入される。該カム環21の内周に

は前記第1実施例のものと同様に第1、第2のカム溝が形成されているカム溝21a, 21b, 21cが配設されており、前記カムフォロワ27, 28, 29、ならびに、カムフォロワ30, 31, 32が対応するカム溝に嵌入される。なお、上記カム溝の形状は、前記第1実施例のものと同一形状とする。更に、本実施例のレンズ鏡筒においても、カム環21を回転せしめて各レンズ保持枠24, 25, 26を進退せしめることになるが、その進退時の動作は前記第1実施例のものの動作と同一である。

【0027】次に、本考案の第3実施例を示すズームレンズ鏡筒について説明する。前記第1, 2実施例のレンズ鏡筒は保持枠が1本吊り構造のものであったが、レンズ保持枠の動きを更に安定したものとするため、本実施例のレンズ鏡筒では保持枠が3本吊り構造を有するものとする。図11は、該レンズ鏡筒の分解斜視図を示しており、レンズ保持枠37, 38, 39にはそれぞれ3組のカムフォロワが配設される。即ち、レンズ保持枠37には3つの直進案内用突起37a上に第1のカムフォロワ部である3つのカムフォロワ40が固着される。更に、各カムフォロワ40に第2のカムフォロワ部である3つのカムフォロワ43が回転自在に嵌入されている。この第1, 2のカムフォロワの形状は前記第1実施例のもののカムフォロワの形状と同一である。また、レンズ保持枠38, 39に対しても同様に直進案内用突起38a, 39a上に第1のカムフォロワ部である3つのカムフォロワ41, 42が固着される。更に、各カムフォロワ41, 42に第2のカムフォロワ部である3つのカムフォロワ44, 45が回転自在に嵌入されている。

【0028】そして、これらのレンズ保持枠37, 38, 39は3つの直進案内溝35aを有する固定枠35に嵌入される。更に、固定枠35にはカム環36が回転自在に嵌入され、同時に、レンズ保持枠37, 38, 39の上記各カムフォロワ40, 43等が第1のカム溝、第2のカム溝を有するカム溝36a, 36b, 36cに嵌入する。上記カム溝の形状も前記第1実施例のものと同一である。

【0029】本実施例のレンズ鏡筒もカム環36を回転せしめることによって、各レンズ保持枠37, 38, 39を進退移動せしめることになるが、そのカムフォロワのカム溝に対する挙動は第1実施例のものと同一である。しかし、本実施例のものは、レンズ保持枠が3本吊り構造であるため、カム溝の交差点はより多くなる。しかし、上記第1, 第2のカムフォロワ部と第1, 第2の溝を組み合わせた駆動機構により、より安定した保持枠の進退駆動が行われる。

【0030】

【考案の効果】上述のように本考案のズームレンズ鏡筒は、ズーム光学系部材と、ズーム光学系部材に設けられ深さの異なる第1のカム溝と第2のカム溝に沿ってそれ

ぞれ移動する異なる形状の第1のカムフォロワ部と第2のカムフォロワ部とを有するカムフォロワとを具備したので、カム溝が交差して配設されたとしても、カムフォロワを具合よく所望の方向にカムフォロワをガイドして駆動することができ、レンズ群の数に制限されることなく、また、複雑なカム溝であっても、コンパクトにまとめた鏡筒内に収容することのできるなど数多くの顕著な効果を有する。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本考案の第1実施例を示すズームレンズ鏡筒の分解斜視図。

【図2】上記図1のズームレンズ鏡筒の光軸方向に沿った縦断面を示す図。

【図3】上記図1のズームレンズ鏡筒の光軸方向と直角の縦断面を示す図。

【図4】上記図1のズームレンズ鏡筒のカム環のカム溝の形状を示す図であって、(A)はその展開図、(B)は(A)のD-D断面図、(C)は(A)のE-E断面図を示す。

20 【図5】上記図1のズームレンズ鏡筒におけるリードの変化が小さい部分のカム溝とカムフォロワの嵌入状態を示す図であって、(A)は展開図として示したもので、(B)は(A)のF-F断面図を示す。

【図6】上記図1のズームレンズ鏡筒のリードの変化が大きい部分のカム溝とカムフォロワの嵌入状態を示す図であって、(A)は展開図として示したもので、(B)は(A)のG-G断面図を示す。

【図7】上記図1の第1実施例の変形例のズームレンズ鏡筒におけるレンズ保持枠のカムフォロワ回りの斜視図。

30 【図8】上記図7の変形例のズームレンズ鏡筒のリードの変化が小さい部分のカム溝とカムフォロワの嵌入状態を示す図であって、(A)は展開図で示した図であって、(B)は(A)のH-H断面図を示す。

【図9】上記図7の変形例のズームレンズ鏡筒のリードの変化が大きい部分のカム溝とカムフォロワの嵌入状態を示す図であって、(A)は展開図で示した図であって、(B)は(A)のI-I断面図を示す。

40 【図10】本考案の第2実施例を示すズームレンズ鏡筒の分解斜視図。

【図11】本考案の第3実施例を示すズームレンズ鏡筒の分解斜視図。

【図12】従来の保持枠が1本吊り構造であるズームレンズ鏡筒の分解斜視図。

【図13】上記図12のズームレンズ鏡筒の各レンズ群のズーム時の移動曲線。

【図14】上記図12のズームレンズ鏡筒のカム環の回転範囲を示す図。

50 【図15】上記図12のズームレンズ鏡筒のカム環のカム溝の展開図。

【図16】別の従来のレンズ保持枠が3本吊り構造であるズームレンズ鏡筒のカム溝の展開図。

【図17】更に別の従来のレンズ保持枠が3本吊り構造であるズームレンズ鏡筒のカム溝の展開図。

【図18】更に別の従来の2群構成でレンズ保持枠が3本吊り構造であるズームレンズ鏡筒の各レンズ群のズーム時の移動曲線。

【図19】上記図18のズームレンズ鏡筒のカム溝の展開図。

【図20】更に別の従来の3群構成であって、カム環を2回転回動させてズームを行うズームレンズ鏡筒のレンズ保持枠の移動曲線を示す図。

【図21】上記図20のカム環のカム溝の展開図。

【符号の説明】

2, 13, 21, 36……………カム環 (ズーム光学

系部材)

2a, 2b, 2c, 2d, 2g, 21a, 21b, 21c, 36a, 36b, 36c, 52a, 52b, 52c……………カム溝 (第1のカム溝, 第2のカム溝)

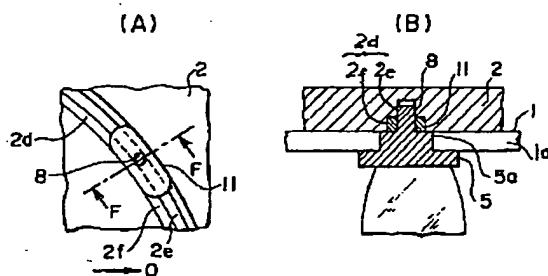
2e, 2h, 13a, 13c……………カム溝 (第1のカム溝)

2f, 2i, 13b, 13d……………カム溝 (第2のカム溝)

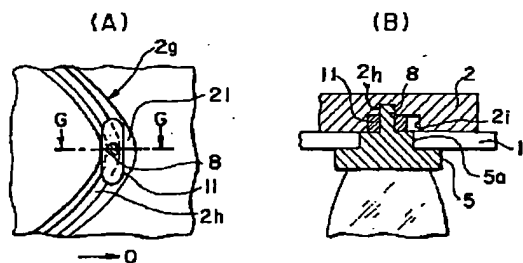
6, 7, 8, 16a, 27, 28, 29, 40, 41, 42……………カムフォロワ (第1のカムフォロワ部)

9, 10, 11, 16b, 30, 31, 32, 43, 44, 45……………カムフォロワ (第2のカムフォロワ部)

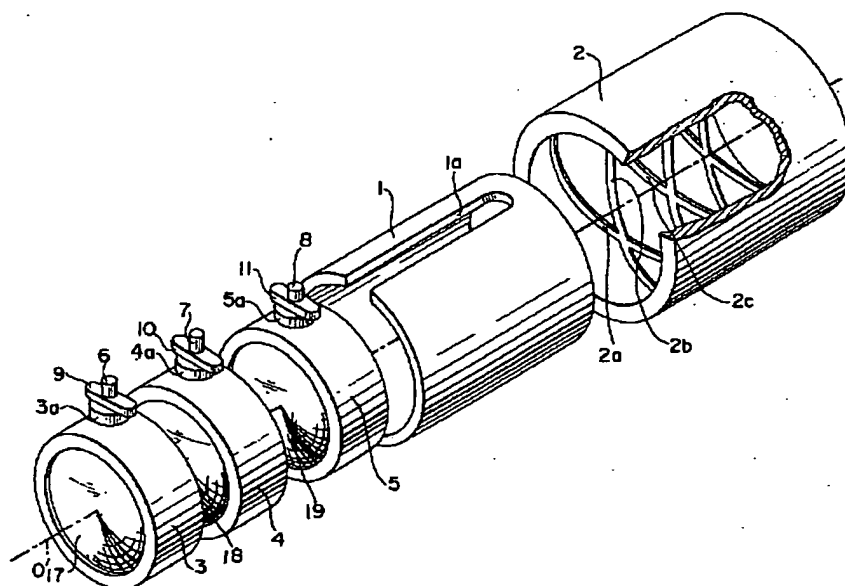
【図5】



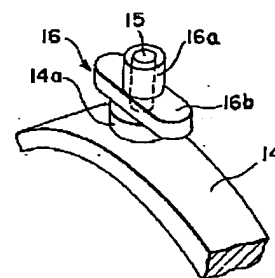
【図6】



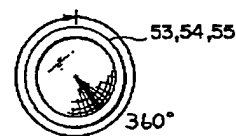
【図1】



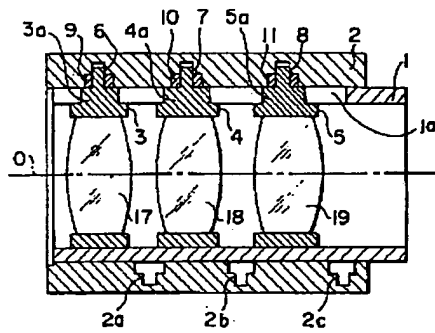
【図7】



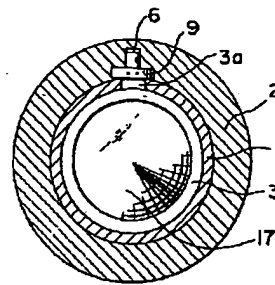
【図1.4】



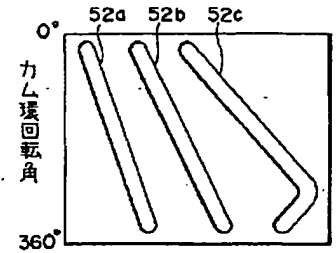
【図2】



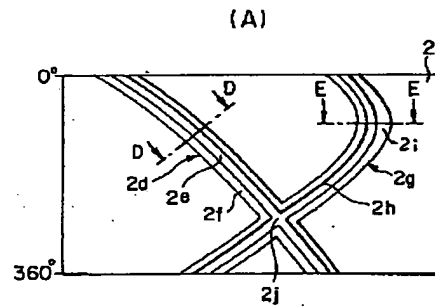
【図3】



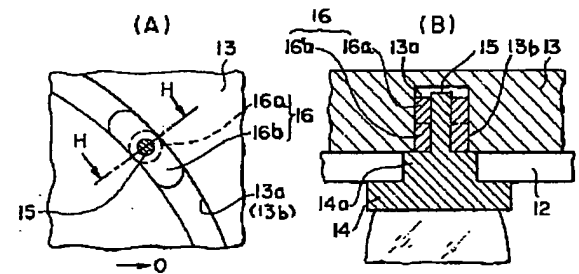
【図15】



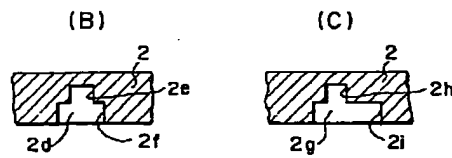
【図4】



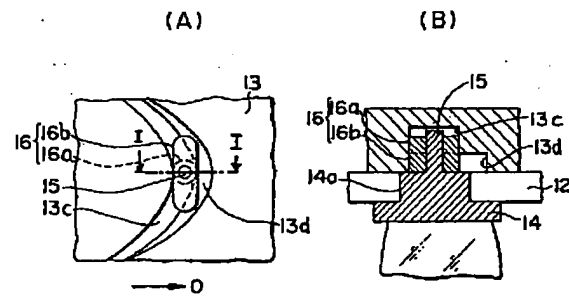
【図8】



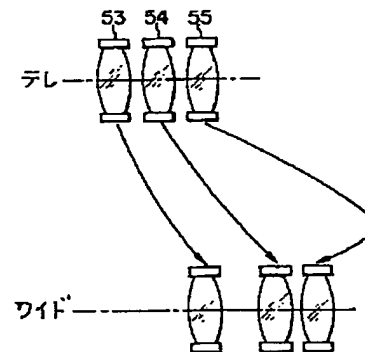
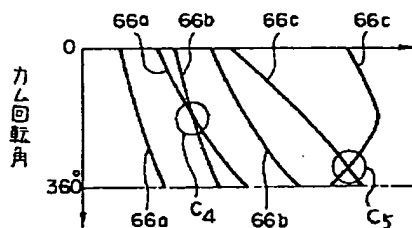
【図13】



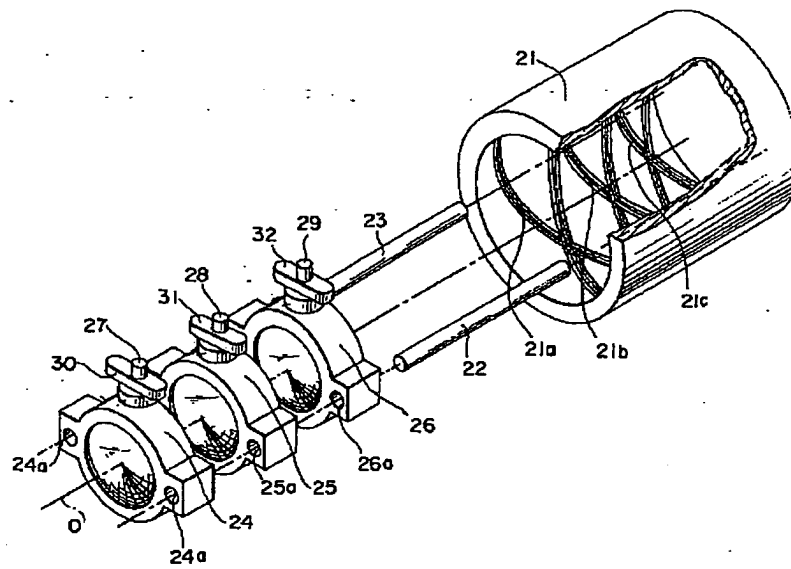
【図9】



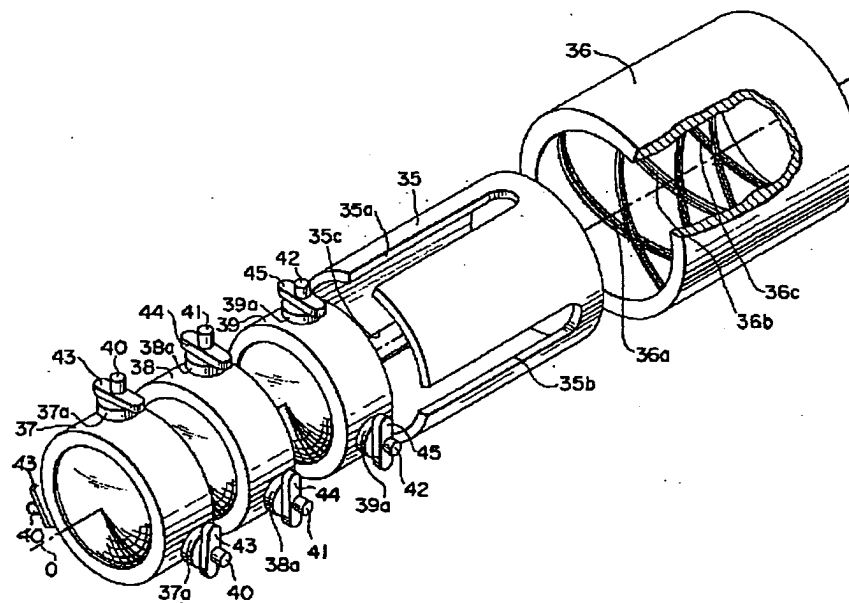
【図21】



【図10】

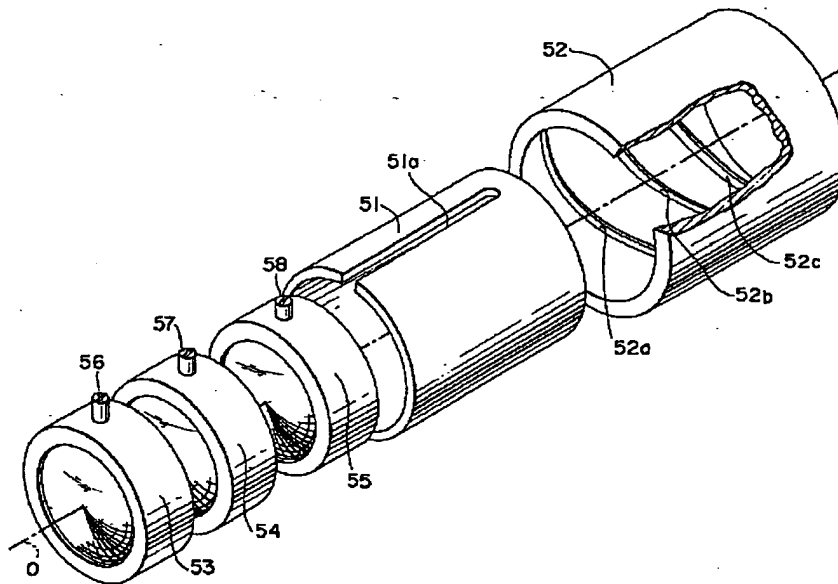


【図11】

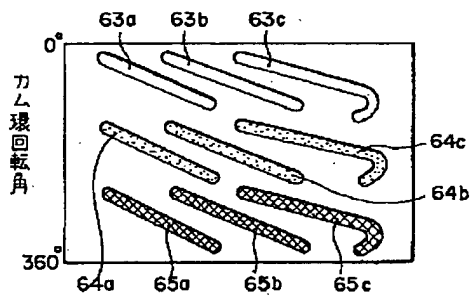




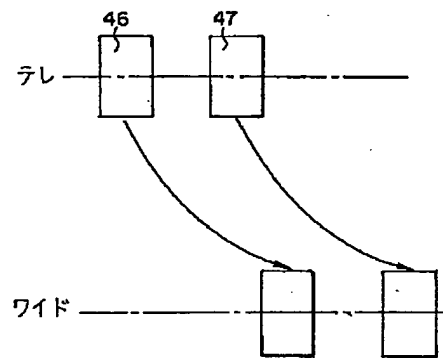
【図12】



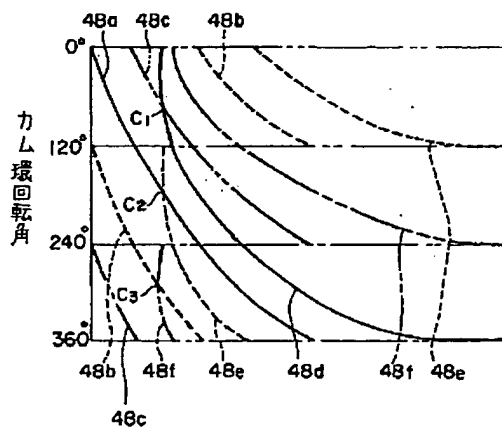
【図17】



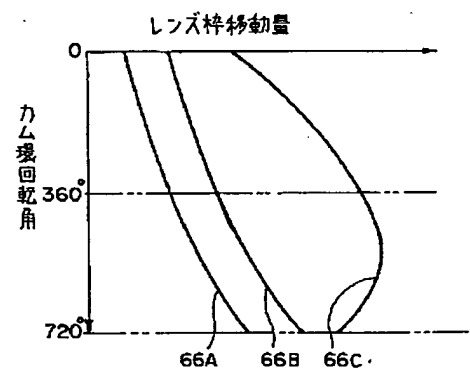
【図18】



【図19】



【図20】



*Date: August 27, 2004*

### *Declaration*

*I, Michihiko Matsuba, President of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation, of the copy of Japanese Registered Utility Model Publication No. 2562760 published on October 31, 1997.*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'm. matsuba', with a stylized flourish at the end.

*Michihiko Matsuba*

*Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.*

ZOOM LENS BARREL

Japanese Registered Utility Model Publication No. 2562760

Registered on: October 31, 1997

Application No. Hei-4-27403

Filed on: April 24, 1992

Inventor: Akiteru KIMURA

Masao SATO

Applicant: OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.

Patent Attorney: Susumu ITO

#### SPECIFICATION

[TITLE OF THE UTILITY MODEL] ZOOM LENS BARREL

[WHAT IS CLAIMED IS:]

[Claim 1] A zoom lens barrel comprising:

a zoom optical system member; and

a cam follower having a first cam follower portion and a second cam follower portion having different shapes and being moved along a first cam groove and a second cam groove having different depths and provided on the zoom optical system member.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE UTILITY MODEL]

[0001]

[Field of the Utility Model] The present device relates to a zoom lens barrel, and more specifically, to a zoom lens barrel in which lens units are moved backward or forward along the optical axis by driving the lens barrel provided with a cam groove.

[0002]

[Prior Arts] In conventional zoom lens barrels, typically, the zoom lens is moved backward or forward by a driving mechanism using a fixed frame and a cam ring, a driving mechanism using a cam plate, or the like. Fig. 12 is an exploded perspective view of the conventional three-unit zoom lens barrel using a fixed frame and a cam ring. The driving mechanism of this zoom lens barrel has a unifilar suspension structure in which each lens holding frame is driven by one cam follower, and mainly comprises a fixed frame 51 fixed to a non-illustrated camera body, a cam ring 52 fitted on the periphery of the fixed frame 51, and lens holding frames 53, 54 and 55 holding first to third unit lens elements, respectively. The holding frames are provided with guide protrusions 56, 57 and 58 that are slidably inserted into a rectilinear guide groove 51a of the fixed frame 51, and the holding frames 53, 54 and 55 are held so as to be movable backward or forward in the above-mentioned direction in the fixed frame 51. The cam followers 56, 57 and 58 as the

guide protrusions of the holding frames are slidably inserted into three cam grooves 52a, 52b and 52c of the cam ring 52. In the thus structured zoom lens barrel, when the cam ring 52 is rotated, the lens holding frames 53, 54 and 55 are moved backward or forward along the cam grooves 52a, 52b and 52c, respectively.

[0003] Fig. 13 is a view showing the curves of the moving-out positions of the lens holding frames 53, 54 and 55 in zooming from the telephoto position to the wide-angle position. The cam ring 52 rotates approximately  $360^\circ$  as shown in Fig. 14 to perform the above-mentioned lens moving out from the telephoto position to the wide-angle position. A developed view of the cam grooves 52a, 52b and 52c provided on the cam ring 52 is shown in Fig. 15.

[0004] In the above-described lens barrel, since one cam groove is provided per lens unit as shown in Fig. 15, a problem such that cam grooves interfere or intersect each other does not particularly occur. However, because of the unifilar suspension structure, the movement of the holding frames does not stabilize. Therefore, zoom lens barrels that are put into practical use have a trifilar suspension structure in which the lens holding frames are driven by three cam followers. In the trifilar structure, the cam grooves provided on the cam

ring are more complicated, so that a case can be considered where cam grooves interfere with each other. In particular, since the diversification of zoom lens optical systems in recent years has complicated the movement of the lens holding frames and increased the movement amount thereof, the above-mentioned problem where the cam grooves interfere or intersect each other has occurred, and there are cases where this imposes restrictions on the function of the lens barrel.

[0005] Fig. 16 shows a developed view of the cam grooves of the cam ring of a lens barrel having the trifilar suspension structure, and shows an example in which the length in the direction of the optical axis is increased to avoid interference or intersection between the cam grooves which is the above-described problem. In this figure, the three cam grooves disposed on a first unit lens holding frame are denoted by 52a, 60a and 61a. The cam grooves for the three disposed on a second unit lens holding frame are denoted by 52b, 60b and 61b. Likewise, the three cam grooves disposed on a third unit lens holding frame are denoted by 52c, 60c and 61c. By thus disposing the cam grooves, a cam ring can be realized in which interference or intersection between the cam grooves can be avoided. However, the lens barrel is increased in size, which hinders size reduction.

[0006] Fig. 17 shows, as a lens barrel of another conventional example, a developed view of cam grooves when the loci of the cam grooves are erected, the length of the cam ring is reduced with the cam grooves not intersecting each other and the driving angle of the cam ring is reduced to  $1/3$ . In this figure, the cam grooves for a first unit lens holding frame are denoted by 63a, 64a and 65a. The cam grooves for a second unit lens holding frame are denoted by 63b, 64b and 65b. Likewise, the cam grooves for a third unit lens holding frame are denoted by 63c, 64c and 65c. With these cam grooves, the angle of pressure of the cam grooves on the cam follower inevitably increases. From the point of view of balance with the frictional force, the lens holding frames cannot be driven when the angle of pressure of the cam grooves is not less than a predetermined value.

[0007] Therefore, if it is possible to realize a holding frame driving mechanism that enables driving of the cam follower on the intersection of the cam grooves, the angle of pressure of the cam grooves can be reduced by laying down the cam grooves by allowing the cam grooves to intersect each other, so that a compact lens barrel avoiding an increase in size of the cam ring can be realized.

[0008] Fig. 18 shows the moving-out curves of the lens holding

frames of a two-unit zoom lens barrel that allows the cam grooves to intersect each other. As shown in this figure, a first unit lens holder 46 and a second unit lens holder 47 are moved from the telephoto position to the wide-angle position. Fig. 19 shows a developed view of cam grooves in the case of the trifilar suspension driving of the cam ring of the lens barrel of Fig. 18, and the cam grooves for the first unit lens holding frame are denoted by 48a, 48b and 48c. The cam grooves for the second unit lens holding frame are denoted by 48d, 48e and 48f. Of the above-mentioned cam grooves, 48c and 48d intersect at an intersection C1, 48a and 48e intersect at an intersection C2, and 48b and 48f intersect at an intersection C3. Therefore, by adopting the above-mentioned lens holding frame driving mechanism that allows the cam grooves to intersect each other, the cam ring having the cam grooves of Fig. 19 can be applied to lens barrels.

[0009] Even in the case of a lens barrel in which the movement amounts of the zoom lens holding frames are large and there is a large inflection point or the like in the curves of the cam grooves, by applying a cam follower mechanism in which the angle of pressure of the cam grooves is reduced by rotating the cam ring twice and the position where the cam grooves intersect can be passed through, a compact lens barrel can be



realized. Fig. 20 is a line drawing showing the movement amounts of lens holding frames 66A, 66B and 66C with respect to two rotations, that is, an angle of rotation of  $720^\circ$  of the cam ring in a three-unit lens barrel having the unifilar suspension structure. Fig. 21 is a developed view of cam grooves of the cam ring, and shows the loci of a cam groove 66a with respect to the holding frame 66A, a cam groove 66b with respect to the holding frame 66B and a cam groove 66c with respect to the holding frame 66C. By the cam ring rotating twice, intersections C4 and C5 of the cam grooves occur. However, even such a cam ring can be put to practical use as a lens barrel by adopting the driving mechanism that allows the cam grooves to intersect each other.

[0010] Previously proposed lens holding frame driving mechanisms that allow cam grooves to intersect each other include a zoom lens barrel disclosed in Japanese Published Patent Application No. S63-41041. This lens barrel has at least two lens units, and a plurality of, for example, three cam grooves are provided per lens unit in a cam cylinder corresponding to the cam ring. The cam grooves of each lens unit have different depths and widths. The cam followers inserted into the cam grooves are provided with a shape that fits the shape of the cam grooves of each lens unit. For example,

one has a cylindrical shape, and another has a prismatic shape. The cam followers are slidable along the corresponding cam grooves, and even when cam grooves for different lens units intersect each other, because of the difference in shape, the cam followers slide along the corresponding cam grooves. However, the lens holding frame is reliably moved by disposing the phases of the intersections of the cam grooves so as to be shifted from each other.

[0011]

[Problems to be Solved by the Utility Model] However, in the zoom lens barrel disclosed in Japanese Patent Publication No. S63-41041, cam followers are driven that have different shapes in accordance with the cam grooves for each lens unit. Therefore, this cannot be applied to the driving of the cam follower on the intersection C5 of the communicating cam groove 66c for the same lens unit holding frame as shown in the developed view of the cam grooves of Fig. 20. Moreover, since it is necessary that the phases of the intersections of the cam grooves for each lens unit be shifted from each other, the shape of the cam grooves and the size of the cam ring are restricted, so that the degree of freedom is limited.

[0012] The present device is made to solve the above-described problem, and even when the cam grooves are disposed so as to

intersect each other, the cam follower can be driven well in a desired direction. Accordingly, an object is to provide a zoom lens barrel capable of holding lens units in a compactly structured barrel even in the case of complicated cam grooves without being limited by the number of lens units.

[0013]

[Means for Solving the Problems] A zoom lens barrel of the present device comprises: a zoom optical system member; and a cam follower having a first cam follower portion and a second cam follower portion having different shapes and being moved along a first cam groove and a second cam groove having different depths and provided on the zoom optical system member.

[0014]

[Actions] A first cam follower portion and a second cam follower portion are driven under a condition where they are inserted into corresponding cam grooves comprising a first cam groove and a second cam groove. Also, in the position where the cam groove comprising the first cam groove and the second cam groove itself intersects or in the position where the cam groove comprising the first cam groove and the second cam groove and another cam groove comprising the first cam groove and the second cam groove intersect each other, the second cam follower

is moved along the second cam groove because of the difference in shape, so that the zoom optical system member is driven without any trouble also at the intersection.

[0015]

[Preferred Embodiment of the Utility Model] The present device will be described with reference to illustrated embodiments. Fig. 1 is an exploded perspective view of a zoom lens barrel showing a first embodiment of the present device. Fig. 2 is a longitudinal cross-sectional view of the lens barrel taken in the direction of the optical axis, and Fig. 3 is a longitudinal cross-sectional view of the lens barrel taken in a direction perpendicular to the optical axis. The lens barrel of the present embodiment is a three-unit zoom lens barrel having the unifilar suspension structure in which a pair of cam followers are disposed on each lens holding frame. The structure comprises: a fixed frame 1 fixed to a non-illustrated camera body; a cam ring 2 rotatably fitted on the fixed frame 1; and a first, a second and a third lens holding frame 3, 4 and 5 to which a first, a second and a third unit lens 17, 18 and 19 is attached. The cam ring 2 is rotated approximately twice between the telephoto and wide-angle positions of zooming.

[0016] As shown in Fig. 1 through Fig. 3, a rectilinear guide

groove 1a for rectilinearly guiding the lens holding frames is disposed on the fixed frame 1. Moreover, a cam groove 2a for driving a first unit lens holding frame 3, a cam groove 2b for driving a second unit lens holding frame 4 and a cam groove 2c for driving a third unit lens holding frame 5 for which cam grooves each comprise a first cam groove and a second cam groove are disposed on the inner peripheral surface of the cam ring 2. These cam grooves are formed in accordance with the desired movement curves of the lens frames, and have positions where they intersect each other.

[0017] Further, guide protrusions 3a, 4a and 5a inserted into the rectilinear guide groove 1a of the fixed frame 1 are provided on the top of the first, second and third lens holding frames 3, 4 and 5, respectively. To the protrusions, substantially cylindrical cam followers 6, 7 and 8 which are first cam follower portions insertable in the first cam groove are fixed, respectively. Further, cam followers 9, 10 and 11 of a second cam follower portion having a different shape from the cam followers 6, 7 and 8, having a portion of a shape coinciding with a predetermined lead of the groove portion and whose both ends in the direction of the length form a cylindrical surface are rotatably fitted on the cam followers 6, 7 and 8, and although not shown, some measures to prevent

detachment are taken. The shape of the second cam follower portion may be elliptical.

[0018] Fig. 4(A) shows part of a developed view of the cam grooves of the cam ring 2. Fig. 4(B) is a cross-sectional view taken on the line D-D of Fig. 4(A), and Fig. 4(C) is a cross-sectional view taken on the line D-D of Fig. 4(A). As shown in Fig. 4(A), 4(B) and 4(C), a cam groove 2d of a part where the change in lead angle is small comprises a deep groove portion 2e which is the first cam groove and a shallow groove portion 2f which is the second cam groove that is substantially parallel and wider than the cam groove 2d. On the other hand, a cam groove 2g of a part where the change in lead angle is large, that is, a part where the curvature is high comprises a deep groove portion 2h which is the first cam groove and a shallow groove portion 2i which is the second cam groove and wider than the groove portion 2f.

[0019] The cam follower 6, 7 or 8 is slidably insertable in the groove portion 2e or 2h without any gap. Moreover, the cam follower 9, 10 or 11 is insertable in the groove portion 2f with a slight gap. In the groove portion 2i, the cam follower 9, 10 or 11 is inserted with a large gap that allows the cam follower 9, 10 or 11 to pass through while making a turn. The cam grooves 2d and 2g share an intersection 2j, and at the

intersection 2j, the method of the cam follower 6, 7 or 8 is not position-restricted. However, the arc-shaped portion at the end of the cam follower 9, 10 or 11 is guided by the cam groove 2f or 2i to be position-restricted, and is moved being inserted into the cam groove 2d or 2g situated in front thereof.

[0020] Describing the operation of driving of the lens holding frames of the lens barrel of the present embodiment structured as described above, first, the lens holding frames incorporated in the fixed frame 1 and the cam ring 2 are moved backward or forward through the cam grooves when the cam ring 2 is rotated. For example, with respect to the third unit lens holding frame 5, when the cam followers 8 and 11 thereof are situated on the cam groove 2d of the part where the change in lead angle is small, as shown in the developed view of Fig. 5(A) or Fig. 5(B) which is a cross-sectional view taken on the line F-F of Fig. 5(A), the cam followers 8 and 11 are both driven while sliding in the cam grooves 2e and 2f with a small gap. When the cam followers 8 and 11 are situated on the cam groove 2g of the part where the change in lead angle is large, as shown in the developed view of Fig. 6(A) or Fig. 6(B) which is a cross-sectional view taken on the line G-G of Fig. 6(A), the cam follower 8 is driven while sliding in the cam groove 2h without any gap. However, the cam follower 11 is moved while rotating

on the groove portion 2i in response to the action of the cam follower 8 following the cam groove 2h that largely bends.

[0021] Further, when the lens holding frame 5 is moved so that the cam followers 8 and 11 reach the intersection 2j of Fig. 4, the cam follower 11 is guided by the cam groove 2f or 2i to be inserted into the side of the opposing cam groove 2d or 2g, and the cam follower 8 follows it to be moved to the side of the cam groove 2d or 2g. The position restriction of the lens holding frame 5 on the intersection 2j is performed by the cam follower 11. Thereafter, the lens holding frame 5 is driven similarly to the above-described driving operation.

[0022] While the operation described above is given with respect to the lens holding frame 5, the other lens holding frames 3 and 4 are similarly driven through the corresponding cam grooves. As described above, the lens barrel of the present embodiment has a structure in which lens driving is performed by rotating the cam ring 2 twice and the first cam follower and the second cam follower having different shapes can be transported even on intersecting cam grooves by use of a single driving portion. Therefore, the cam followers can be driven even under a condition where one communicating cam groove intersects, and further, it is unnecessary to shift the phases of the cam groove intersections. Consequently, from the



above-mentioned cam groove shape, the cam ring 2 can be formed so as to be short, so that a compact zoom lens barrel can be realized.

[0023] Fig. 7 is a perspective view of the surroundings of a cam follower of a lens holding frame showing a modification of the zoom lens barrel of the first embodiment. In this modification, the cam follower 16 comprises a first cam follower portion 16a and a second cam follower portion 16b integrated with each other. The cam follower 16 is rotatably fitted on a support pin 15 provided on a rectilinear guide protrusion 14a disposed on a lens holding frame 14. Although not shown, measures to prevent the cam follower 16 from being detached from the support pin 15 are taken. The cam follower portion 16a has a cylindrical shape of a predetermined diameter. The cam follower portion 16b has a different shape from the cam follower portion 16a and, like the cam follower 11, has a portion of a shape coinciding with a predetermined lead of the groove portion, and its both ends in the direction of the length form a cylindrical surface. The shape of the second cam follower portion 16b may be elliptical.

[0024] Fig. 8 and Fig. 9 are views showing the condition where the cam follower 16 is inserted into cam grooves of a cam ring 13. Reference numeral 12 shown in the figure represents a

rectilinear guide groove portion of a fixed frame. Fig. 8 is a view showing the condition where the cam follower 16 is inserted into cam grooves 13a and 13b of a part where the lead change is small, Fig. 8(A) shows part of a developed view, and Fig. 8(B) shows a cross section taken on the line H-H of Fig. 8(A). In this case, the width of the part of the cam groove 13a where the cam follower portion 16a is inserted and the width of the part of the cam groove 13b where the cam follower portion 16b is inserted are substantially the same, and the gap is small. Fig. 9 shows the condition where the cam follower 16 is inserted into cam grooves of a part where the lead change is large, Fig. 9(A) shows part of a developed view, and Fig. 9(B) shows a cross section taken on the line I-I of Fig. 9(A). There is no gap in the width of the cam groove 13c of the part where the cam follower portion 16a is inserted, and the cam groove 13d of the part where the cam follower 16b is inserted is wide. Although not shown, the cam grooves 13a and 13c also have an intersection like those of the first embodiment, and the behavior of the cam follower 16 at the intersection is similar to that of the first embodiment.

[0025] Next, a zoom lens barrel showing a second embodiment of the present device will be described. While in the zoom lens barrel of the first embodiment, a fixed frame is used as a member

that holds the lens holding frames so as to be movable backward or forward in the direction of the optical axis without being rotated, in the lens barrel of the present embodiment, rectilinear guide rods 22 and 23 are used instead of the fixed frame as shown in the exploded perspective view of Fig. 10. The rectilinear guide rods 22 and 23 are held by being fixed to a non-illustrated camera body. On the rods 22 and 23, through holes 24a, 25a and 26a for holding a first, a second and a third unit lens holding frame 24, 25 and 26 are fitted, and the lens holding frames are slidably held. To the first, second and third unit lens holding frames 24, 25 and 26, cylindrical cam followers 27, 28 and 29 which are first cam follower portions are fixed, respectively. On the cam followers 27, 28 and 29, cam followers 30, 31 and 32 which are second cam follower portions are rotatably fitted. This shape is similar to that of the cam followers 9, 10 and 11 of the first embodiment. [0026] Then, the first, second and third unit lens holding frames 24, 25 and 26 are inserted into the cam ring 21 rotatably held by the camera body. On the inner peripheral surface of the cam ring 21, cam grooves 21a, 21b and 21c each having a first and a second cam groove are disposed like that of the first embodiment, and the cam followers 27, 28 and 29 and the cam followers 30, 31 and 32 are inserted into the corresponding

cam grooves. The shape of the cam grooves is the same as that of the first embodiment. Further, the cam ring 21 is rotated to thereby move the lens holding frames 24, 25 and 26 backward or forward also in the lens barrel of the present embodiment, and the operation in moving the lens barrels is the same as that of the first embodiment.

[0027] Next, a zoom lens barrel showing a third embodiment of the present device will be described. While the lens barrels of the first and second embodiments have the unifilar suspension structure, to further stabilize the movement of the lens holding frames, the lens barrel of the present embodiment has the trifilar suspension structure. Fig. 11 shows an exploded perspective view of the lens barrel, and three pairs of cam followers are disposed on each of lens holding frames 37, 38 and 39. That is, on the lens holding frame 37, three cam followers 40 which are first cam follower portions are fixed onto three rectilinear guide protrusions 37a. Further, three cam followers 43 which are second cam follower portions are rotatably fitted on the cam followers 40. The shapes of the first and second cam followers are the same as those of the cam followers of the first embodiment. Likewise, on the lens holding frames 38 and 39, three cam followers 41 and 42 which are first cam follower portions are fixed onto rectilinear

guide protrusions 38a and 39a. Further, three cam followers 44 and 45 which are second cam follower portions are rotatably fitted on the cam followers 41 and 42.

[0028] These lens holding frames 37, 38 and 39 are inserted into a fixed frame 35 having three rectilinear guide grooves 35a. Further, a cam ring 36 is rotatably fitted on the fixed frame 35, and at the same time, the cam followers 40, 43, etc., of the lens holding frames 37, 38 and 39 are inserted into cam grooves 36a, 36b and 36c having a first and a second cam groove. The shape of the cam grooves is the same as that of the first embodiment.

[0029] The cam ring 36 is rotated to thereby move the lens holding frames 37, 38 and 39 backward or forward also in the lens barrel of the present embodiment, and the behavior of the cam followers with respect to the cam grooves is the same as that of the first embodiment. However, in the lens barrel of the present embodiment, since the lens holding frames have the trifilar structure, the number of intersections of cam grooves is larger. However, by the driving mechanism comprising a combination of the first and second cam follower portions and the first and second grooves, the holding frames are moved more stably.

[0030]

[Effects of the Utility Model] As described above, according to the zoom lens barrel of the present device, since a zoom optical system member and a cam follower having a first cam follower portion and a second cam follower portion having different shapes and being moved along a first cam groove and a second cam groove having different depths and provided on the zoom optical system member are provided, many remarkable effects are produced such that even when cam grooves are disposed so as to intersect each other, the cam follower can be driven well by guiding the cam follower in a desired direction and lens units can be held in a compactly structured barrel even in the case of complicated cam grooves without being limited by the number of lens units.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] An exploded perspective view of the zoom lens barrel showing the first embodiment of the present device.

[Fig. 2] A view showing a longitudinal section taken in the direction of the optical axis of the zoom lens barrel of Fig. 1.

[Fig. 3] A view showing a longitudinal view in the direction perpendicular to the optical axis of the zoom lens barrel of Fig. 1.

[Fig. 4] A view showing the shape of the cam grooves of the

cam ring of the zoom lens barrel of Fig. 1, (A) being a developed view thereof, (B) being a cross section taken on the line D-D of (A), (C) being a cross section taken on the line E-E of (A).

[Fig. 5] A view showing the condition of insertion of the cam followers in the cam grooves of the part where the lead change is small in the zoom lens barrel of Fig. 1, (A) showing it as a developed view, (B) showing a cross section taken on the line F-F of (A).

[Fig. 6] A view showing the condition of insertion of the cam followers in the cam grooves of the part where the lead change is large in the zoom lens barrel of Fig. 1, (A) showing it as a developed view, (B) showing a section G-G of (A).

[Fig. 7] A perspective view of the surroundings of the cam follower of the lens holding frame in the zoom lens barrel of the modification of the first embodiment of Fig. 1.

[Fig. 8] A view showing the condition of insertion of the cam follower in the cam grooves of the part where the lead change is small in the zoom lens barrel of the modification of Fig. 7, (A) showing it as a developed view, (B) showing a cross section taken on the line H-H of (A).

[Fig. 9] A view showing the condition of insertion of the cam follower in the cam grooves of the part where the lead change is large in the zoom lens barrel of the modification of Fig.

7, (A) showing it as a developed view, (B) showing a cross section taken on the line I-I of (A).

[Fig. 10] An exploded perspective view of the zoom lens barrel showing the second embodiment of the present device.

[Fig. 11] An exploded perspective view of the zoom lens barrel showing the third embodiment of the present device.

[Fig. 12] An exploded perspective view of the conventional zoom lens barrel whose holding frames have the unifilar suspension structure.

[Fig. 13] The movement curves of the lens units of the zoom lens barrel of Fig. 12 in zooming.

[Fig. 14] A view showing the rotation range of the cam ring of the zoom lens barrel of Fig. 12.

[Fig. 15] A developed view of the cam grooves of the cam ring of the zoom lens barrel of Fig. 12.

[Fig. 16] A developed view of the cam grooves of another conventional zoom lens barrel whose holding frames have the trifilar suspension structure.

[Fig. 17] A developed view of the cam grooves of still another zoom lens barrel whose holding frames have the trifilar suspension structure.

[Fig. 18] The movement curves, in zooming, of the lens units of still another conventional zoom lens barrel having two lens



units and whose lens holding frames have the trifilar suspension structure.

[Fig. 19] A developed view of the cam grooves of the zoom lens barrel of Fig. 18.

[Fig. 20] A view showing the movement curves of the lens holding frames of still another conventional zoom lens barrel having three lens units and performing zooming by rotating the cam ring twice.

[Fig. 21] A developed view of the cam grooves of the cam ring of Fig. 20.

[Description of Symbols]

2, 13, 21, 36: cam ring (zoom optical system member)

2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 21a, 21b, 21c, 36a, 36b, 36c, 52a, 52b, 52c: cam groove (first cam groove, second cam groove)

2e, 2h, 13a, 13c: cam groove

2f, 2i, 13b, 13d: cam groove

6, 7, 8, 16a, 27, 28, 29, 40, 41, 42: cam follower (first cam follower portion)

9, 10, 11, 16b, 30, 31, 32, 43, 44, 45: cam follower (second cam follower portion)

**Fig. 13**

**Telephoto**

**Wide-angle**

**Fig. 15**

**Cam ring rotation angle**

**Fig. 20**

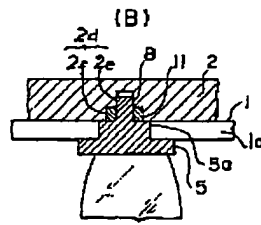
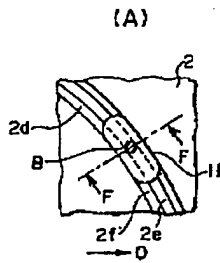
**Lens frame movement amount**

**Cam ring rotation angle**

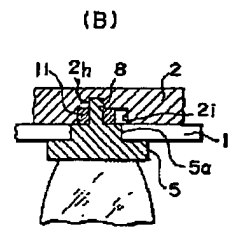
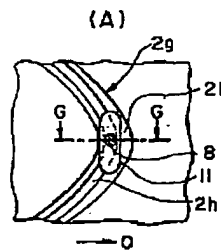
**Fig. 21**

**Cam rotation angle**

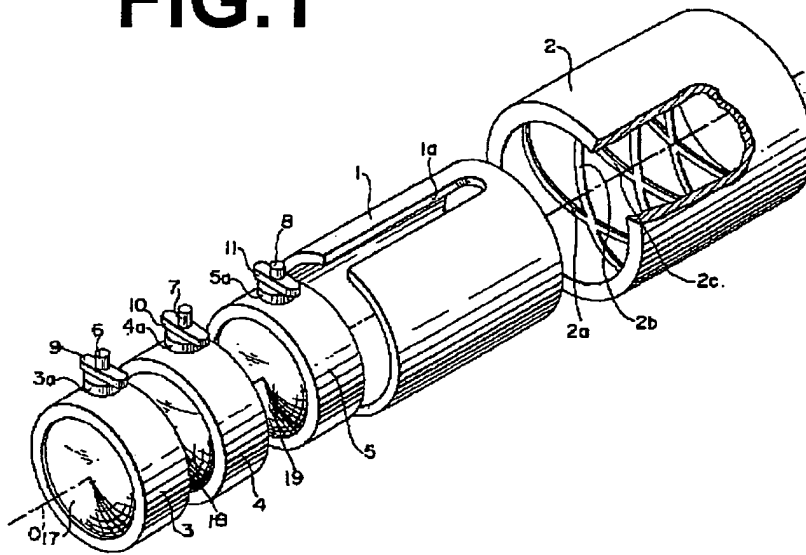
**FIG.5**



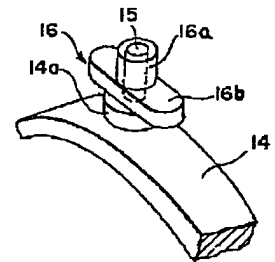
**FIG.6**



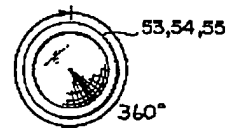
**FIG.1**



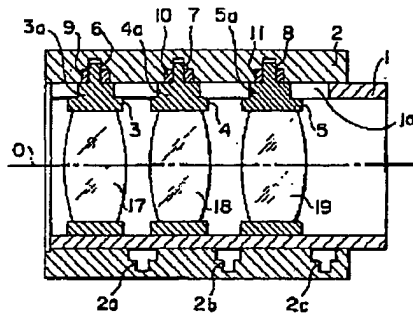
**FIG.7**



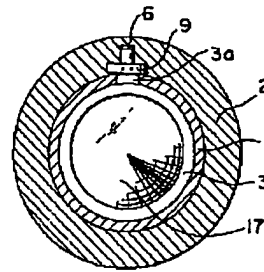
**FIG.14**



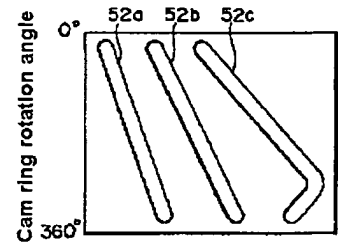
**FIG.2**



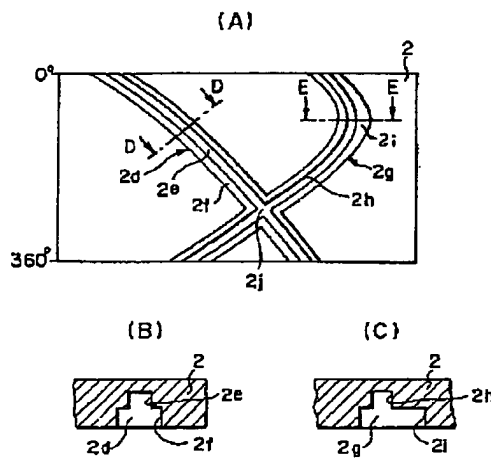
**FIG.3**



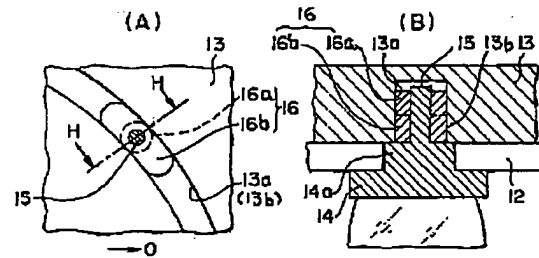
**FIG.15**



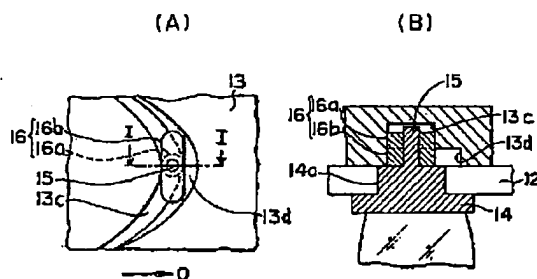
**FIG.4**



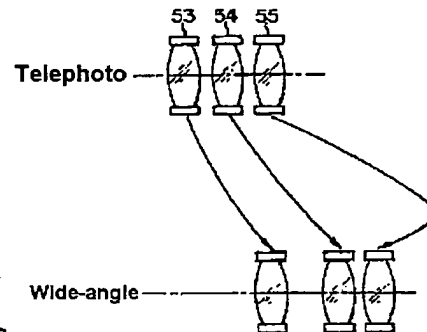
**FIG.8**



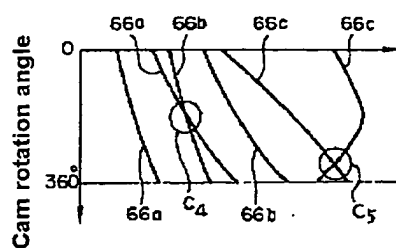
**FIG.9**



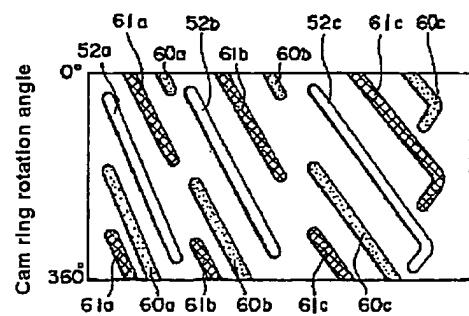
**FIG.13**



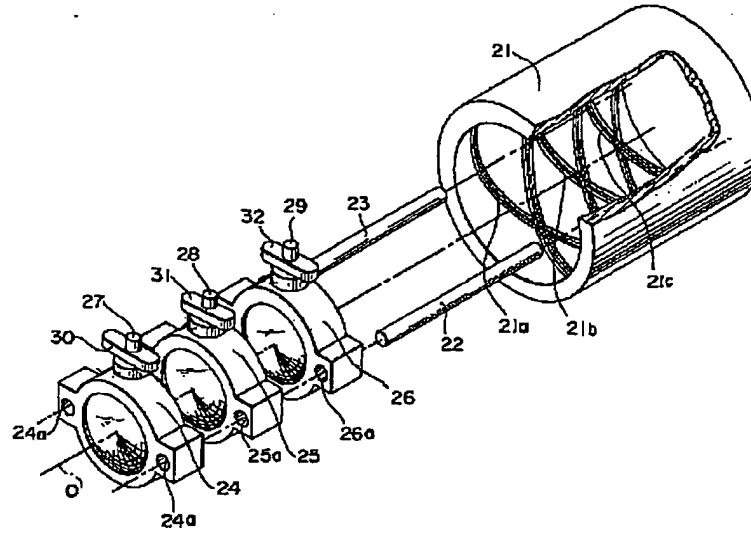
**FIG.21**



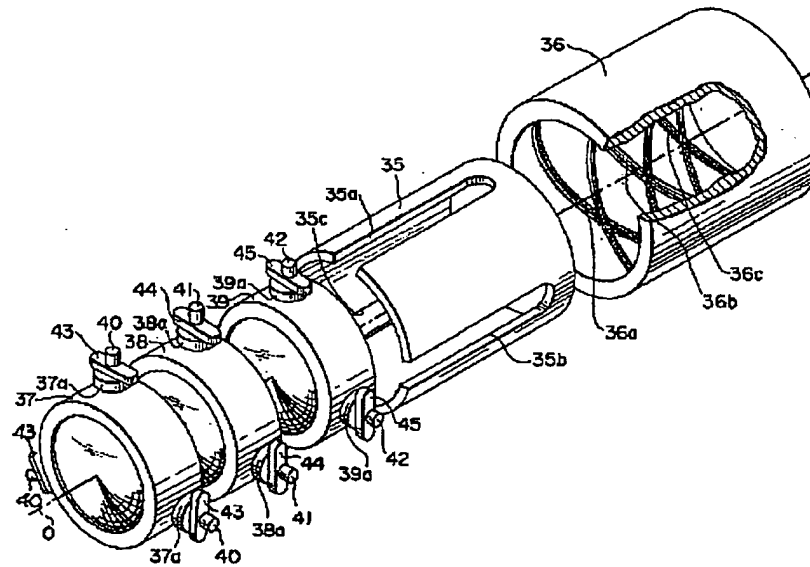
**FIG.16**



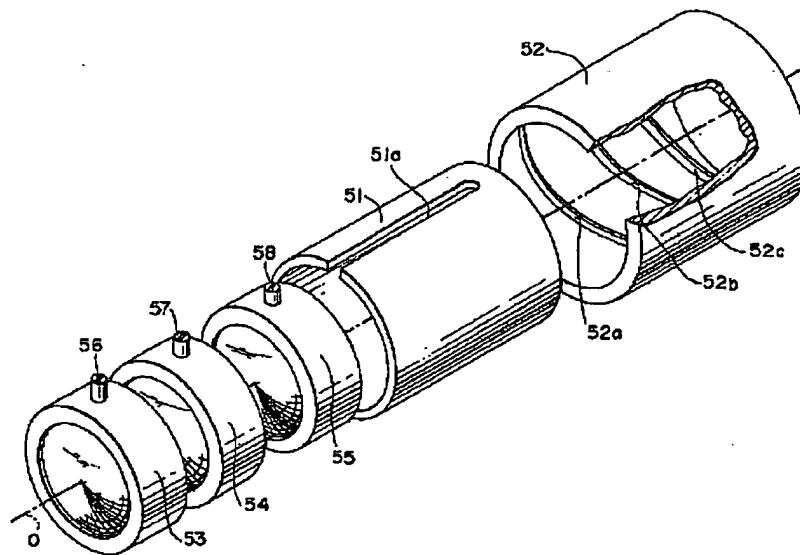
# FIG.10



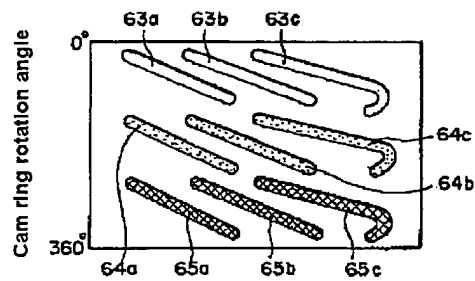
# FIG.11



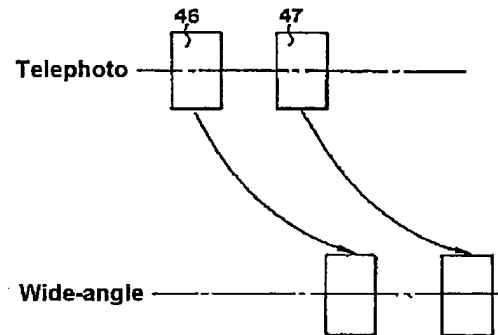
# FIG.12



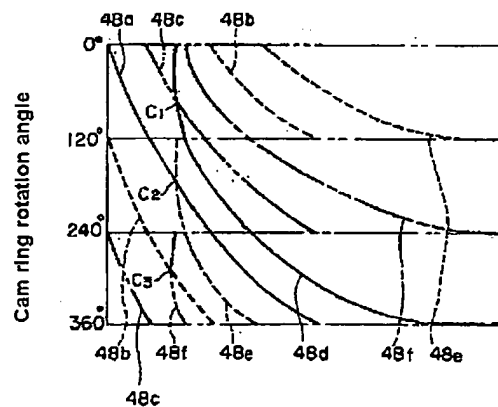
# FIG.17



# FIG.18



# FIG.19



# FIG.20

